OWENS CORNING®

INNOVATIONS FOR LIVING®

Renforcement en fibre de verre Guide de résistance chimique

Pour la sélection de renforts en fibre de verre dans les composites renforcés fibres de verre destinés aux environnements corrosifs

OCV™ Reinforcements | OCV™ Technical Fabrics | OCV™ Non-Woven Technologies

ÉDITION 1A

Date de publication : mars 2011

Pour l'édition la plus récente, consulter le site du verre Advantex® d'Owens Corning :
www.owenscorning.com/composites/aboutAdvantex.asp

Pour des informations supplémentaires, des recommandations ou une aide, contacter :

Amériques
advantex.americas@owenscorning.com | 614.777.1384

Asie Pacifique
advantex.asiap@owenscorning.com | +66.81.940.2997

Europe
advantex.europe@owenscorning.com | +46.346.85807

AVERTISSEMENT : Les informations et données qui figurent dans ce document sont uniquement remises pour faciliter la sélection d'un renfort. Les renseignements que contient cette publication sont basés sur des données réelles obtenues en laboratoire et sur le terrain, par l'expérience de nos essais. Nous croyons ces informations fiables mais nous ne garantissons pas leur convenance au procédé de l'utilisateur, ni nous n'assumons de responsabilité résultant de leur utilisation ou performance. Avant la phase de production, l'utilisateur s'engage à procéder à des essais approfondis pour chaque application afin de déterminer si elle convient. Il est important pour l'utilisateur de déterminer les propriétés de ses propres mélanges (compounds) commerciaux lors de l'utilisation de ce renfort ou de tout autre. Du fait des nombreux facteurs qui influencent les résultats, nous n'offrons aucune garantie de quelque nature que ce soit, ni expresse ni tacite, y compris celles de la qualité marchande et de l'adaptation à un usage spécifique. Les déclarations figurant dans ce document ne doivent pas être considérées comme des engagements ou garanties, ni comme une incitation à contrefaire un brevet ou à enfreindre un code légal de sécurité ou un règlement sur les assurances. Owens Corning se réserve le droit de modifier ce document sans préavis.

Source de la photo en couverture : PITSA

Avant-propos :

J'ai le grand plaisir de vous présenter ce tout premier guide de résistance à la corrosion pour fibres de verre. Nous l'avons élaboré pour aider les utilisateurs finaux, les ingénieurs et les fabricants à sélectionner le renfort le mieux adapté à leur application de composite renforcé fibres de verre destinée à un milieu corrosif.

Les renforts en fibre de verre jouent un rôle critique au niveau de la performance des applications composites renforcés fibres de verre en milieux corrosifs. Lorsqu'on veut réduire le risque de défaillance causée par la corrosion, le choix du renfort verre devient donc un facteur clé.

Grâce à ses compétences en matière de sciences des matériaux, et en particulier de la chimie de la corrosion, du verre et des surfaces, Owens Corning est dans une position unique pour publier ce guide. Ce sont ces mêmes compétences qui ont permis à Owens Corning d'inventer la plupart des types de fibre de verre utilisés de nos jours dans les composites renforcés fibres de verre. Nous vous proposons maintenant cet outil, à base de connaissances scientifiques, d'essais en laboratoire et d'expérience terrain, pour vous aider à équilibrer coût et performance lors de la sélection de la fibre de verre se comportant le mieux en milieu corrosif.

Forts de plus de 50 ans d'expérience terrain, les composites renforcés fibres de verre représentent une technologie éprouvée contre la corrosion. Réservoirs et tuyauteries construits avec des composites résistants à la corrosion ont démontré avec constance une durée de vie utile plus longue que ceux en métal, et le composite renforcé fibres de verre est maintenant utilisé régulièrement pour remplacer aciers inoxydables et alliages à haute teneur en nickel, de coût plus élevé.

Compte tenu de ces succès, on attend aujourd'hui des composites renforcés fibres de verre qu'ils résistent à des environnements encore plus hostiles. Il existe une multitude d'applications qui requièrent des propriétés spécifiques de résistance à la corrosion, comme le matériel pour le contrôle de la pollution, les applications minières, le traitement chimique, les centrales d'énergie, ainsi que toute une gamme d'applications impliquant l'eau de mer, dont les installations marémotrices.

Au fur et à mesure du développement et de l'analyse de nouvelles données, Owens Corning produira des mises à jour de ce guide pour continuer de faire progresser la science des composites renforcés fibres de verre et transformer le monde des matériaux par ses solutions innovantes.

Dr. Ashish Diwanji
Vice-président, Innovation
Composites Group

TABLE DES MATIÈRES

Avant-propos du Dr. Ashish Diwanji – VP Innovation, Owens Corning 3

Comparaison des types de fibres de verre, de leurs caractéristiques, prix et résistances 5

Rôle de la fibre de verre dans une pièce composite renforcée fibres de verre 5

Normes industrielles ASTM D 578 4.2.4 & ISO 2078 ; Recommandations sur les types de verre à utiliser en milieux corrosifs 6

Pourquoi la sélection du type de verre est-elle critique en milieux corrosifs ? 6

Procédés de fabrication types mettant en œuvre la fibre de verre 7

Solution d'Owens Corning contre la corrosion : Écartez le risque... Incorporez le verre Advantex® 7

Types de produits en verre Advantex® proposés 8-9

Définir une spécification pour les structures composites renforcées fibres de verre destinées aux milieux corrosifs 10

Formulaire de demande de recommandation anticorrosion 11

Mode d'emploi du guide anticorrosion 12-13

Résumé des résultats d'essais et recommandations générales 14

Résultats d'essais chimiques 15-29

Annexe A – Description des méthodes d'essais 30-31

INTRODUCTION

Pour optimiser la durée de vie utile et réduire le risque de défaillance des applications en composite renforcé fibres de verre, il est critique de sélectionner correctement le type et la composition de la fibre de verre. Il existe actuellement sur le marché beaucoup de types de renforts en fibre de verre. Owens Corning vous propose cet outil pour vous aider à sélectionner la fibre de verre la plus adaptée à un environnement corrosif, prenant en compte coût et performance.

Sur ce marché, Owens Corning a depuis toujours été l'inventeur principal, créant nombre d'innovations pour la fibre de verre. Le tableau ci-dessous décrit l'évolution de la composition de la fibre de verre dans le temps.

Parmi les types de fibre de verre utilisés aujourd'hui dans les composites, on compte :

Type de verre	Année d'invention	Caractéristique principale	Résistance	Prix	Inventeur
Verre A	1938	Isolation	Faible	$	Owens Corning
Verre E	1939	Classe électrique	Moyenne	$	Owens Corning
Verre C	1943	Résistant à la corrosion	Faible	$	Owens Corning
Verre R	1965	Grande robustesse	Élevée	$$	Saint-Gobain[1]
Verre S	1965	Grande robustesse	Très élevée	$$$	Owens Corning
Verre AR	1974	Résistant aux alcalis	Faible	$$	Owens Corning
Verre E-CR	1980	Résistant à la corrosion	Moyenne	$	Owens Corning
Verre Advantex®	1996	Résistant à la corrosion	Moyenne	$	Owens Corning
Verre H	2004	Rigidité élevée	Moyenne	$$	Saint-Gobain[1]
HPG[2]	2004	Grande robustesse	Élevée	$$	Owens Corning
Fusion Directe-S	2008	Robustesse/rigidité élevées	Très élevée	$$$	Owens Corning

1 – Owens Corning a acquis les activités renforts fibre de verre et tissus pour composites de Saint-Gobain en novembre 2007.
2 – HPG est l'acronyme de « High-Performance Glass fibers » ou fibres de verre hautes performances.

LE RÔLE DES RENFORTS FIBRE DE VERRE DANS LES APPLICATIONS COMPOSITE RENFORCÉ FIBRES DE VERRE

- Ils apportent la structure mécanique (robustesse et rigidité) nécessaire à l'application composite renforcé fibres de verre
- Le type de verre optimise la performance anticorrosion

La fibre de verre est généralement utilisée comme barrière à la corrosion et comme élément structurel. L'optimisation de la conception du composite renforcé fibres de verre et la réduction des risques dépendent de la bonne spécification du type de verre.

NORMES INDUSTRIELLES RECOMMANDANT LE TYPE DE VERRE POUR LE COMPOSITE RENFORCÉ FIBRES DE VERRE EN MILIEUX CORROSIFS

A. Désignation ASTM
Spécification norme D 578 pour les fils de fibre de verre Section 4.2.4 : « La nomenclature « verre E-CR » est utilisée pour les compositions de verre E modifié **sans bore** pour une **meilleure résistance à la corrosion** contre la plupart des acides. »

B. Norme internationale
ISO 2078 – Désignation : Section 4.1.1 Verre utilisé : « Une ou plusieurs lettres, pour indiquer le verre utilisé par le fabricant (voir tableau à droite). »

- Le verre E convient aux applications « d'usage général » pour lesquelles les conditions environnementales ne sont pas critiques.
- Le verre E-CR est destiné aux environnements acides/ corrosifs

Type	Indications générales
E	Pour usage général ; bonnes propriétés électriques
D	Bonnes propriétés diélectriques
A	Teneur élevée en alcalis
C	Résistance chimique
S	Résistance mécanique élevée
R	Résistance mécanique élevée
AR	Résistant aux alcalis
E-CR	Pour environnements acides

(Source : ISO 2078)

POURQUOI LA SÉLECTION DU TYPE DE VERRE EST-ELLE CRITIQUE EN MILIEUX CORROSIFS ?

Lorsqu'un agent chimique corrosif entre en contact avec une fibre de verre, celle-ci peut se détériorer et la liaison résine être détruite si le type de verre sélectionné est incorrect. Il en résulterait une réduction significative des propriétés structurelles. En milieu corrosif, des agents chimiques sous forme liquide ou gazeuse peuvent atteindre les fibres de verre dans la partie structurelle de l'application composite renforcé fibres de verre finie et causer une défaillance prématurée de plusieurs façons :

- Durcissement incomplet
- Diffusion
- Osmose
- Application de contraintes
- Fragilisation
- Micro-fissuration
- Gonflement
- Impact
- Gradients de température
- Gradients de pression
- Durée

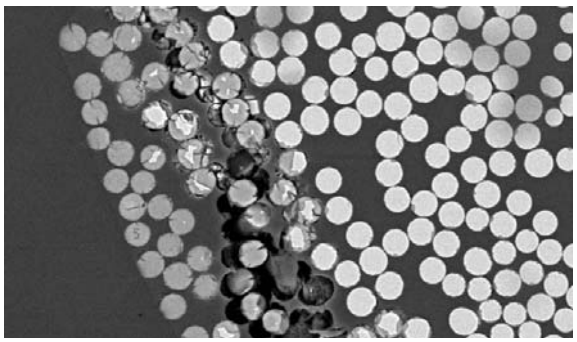


Figure 1 – Cliché pris au microscope de fibres de **verre E** pultrudées dans un jonc en composite renforcé fibres de verre, attaquées par exposition à l'acide sulfurique pendant un mois. L'acide a pénétré à travers le stratifié en composite. Les cercles blancs sont les sections individuelles de fibres de verre E et les zones sombres la résine. Dans une étude similaire avec le verre Advantex®, le verre n'a subi aucune détérioration suite à l'attaque, même après une exposition de six mois.

NOTE : Pour en savoir plus sur ce sujet, visitez notre site Advantex® et téléchargez le document technique intitulé "An Inside Look at Corrosion in Composite Laminates" par Kevin Spoo, Mars 2010. www.owenscorning.com/composites/aboutAdvantex.asp Voir aussi le document intitulé "Ageing of Composites" édité par Rod Martin, 2008, section 17.4 – Types of degradation in fiber reinforced plastic.

PROCÉDÉS DE FABRICATION METTANT EN ŒUVRE LA FIBRE DE VERRE

Source photo : Strongwell Corporation

Plusieurs types de produits contenant des fibres de verre comme le tissu, les rovings, le mat et le voile entrent dans la fabrication de pièces en composite renforcé fibres de verre. La plupart des applications composites renforcées fibres de verre utilisées en environnements corrosifs (tuyaux, réservoirs, gaines et conduits d'air, revêtements de cheminées) sont fabriquées par les procédés d'enroulement filamentaire et de pultrusion ; elles contiennent de 60 à 70 % en poids de renfort verre.

Pour choisir le produit fibre de verre adapté, il faut prendre en compte le procédé utilisé, les propriétés mécaniques désirées, le choix de résine et l'environnement chimique auquel il sera confronté. La photo montre un procédé de pultrusion et illustre le rôle important que la fibre de verre joue dans la structure.

SOLUTION OWENS CORNING CONTRE LA CORROSION : ÉCARTER LE RISQUE... INCORPORER LE VERRE ADVANTEX®

Description des renforts en fibre de verre Advantex®

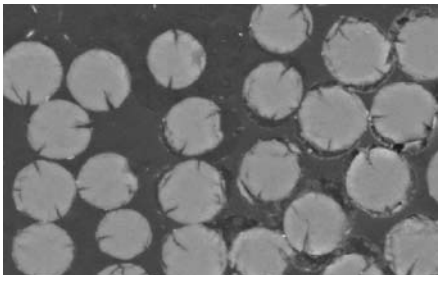
Le verre Advantex® est une formule brevetée **sans bore**, qui est à la fois un renfort en fibre de verre E-CR résistant à la corrosion et en verre E, conforme à la norme ASTM D 578 4.2.4 et qui est conçue avec les caractéristiques suivantes :

- Propriétés mécaniques accrues par rapport aux verres standard E et E-CR
- Résistance à la corrosion accrue par rapport au verre E standard. Le verre Advantex® satisfait aux normes ASTM D 578 4.2.4 et ISO 2078.

Verre Advantex® – Performance éprouvée en milieux corrosifs

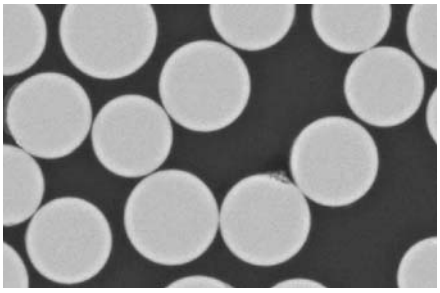
La performance en milieu corrosif dépend du type de verre sélectionné. Les clichés au MEB (microscope électronique à balayage) ci-dessous montrent comment les jonc composites réagissent à l'acide sulfurique à 10 % après trois mois. Il est visible que le verre E se dégrade et se dissocie de la matrice de résine ; il ne convient donc pas à cet environnement corrosif. En comparaison, le verre Advantex® ne montre aucun signe de détérioration et conserve toute sa robustesse.

Jonc en composite renforcé fibres de verre renforcée en verre E



Le verre E commence à se désintégrer, le lixiviation et la fissuration causant la dissociation d'avec la résine, ce qui pourrait potentiellement entraîner la défaillance de l'application.

Jonc en composite renforcé fibres de verre renforcée en verre Advantex®



Le verre Advantex® maintient sa performance après trois mois, sans lixiviation, fissuration, ni fragilisation. Il garde sa robustesse en milieu corrosif.

OWENS CORNING OFFRE UNE GAMME COMPLÈTE DE PRODUITS DE RENFORT FIBRE DE VERRE

Lorsqu'une solution composite renforcé fibres de verre est préconisée comme matériau de choix en milieu corrosif, Owens Corning est en mesure de proposer tous les produits nécessaires pour atteindre durablement une performance élevée. Voir ci-dessous des informations détaillées sur notre gamme complète de produits.

Offre de produits par type de renfort verre

Type de verre	Verre E	Verre C	Advantex®	Cem-FIL® Verre AR	Verre HPG[3] (S, H, R)
Caractéristique principale	Usage général	Résistant à la corrosion	Résistant à la corrosion	Résistant aux alcalis	Grande robustesse
Produits disponibles	Tissu	Voile	Roving direct	Roving direct	Roving direct
	Roving assemblé[1]		Roving assemblé	Voile[2]	Tissu
	Roving direct[1]		Tissu	Roving assemblé	
	Fils coupés[1]		Voile		
			CSM		
			CFM		
			Fils coupés		
			Fibre broyée		

1. Disponible dans certaines régions seulement 2. Actuellement seulement proposé pour les applications spécialisées 3. Fibres de verre haute performance

PRODUITS EN VERRE ADVANTEX® ET FONCTION

Roving direct Advantex® / Roving direct / Roving T30®

Le roving direct apporte de la robustesse dans la plupart des applications en composite renforcé fibres de verre des procédés à enroulement filamentaire ou par pultrusion. Parmi ces applications, on peut citer les tuyaux, les réservoirs, les profilés structurels en I, les piliers et piles, les grilles et beaucoups d'autres applications exposées à la corrosion. Spécifier le verre Advantex® c'est, grâce à sa stabilité en environnements corrosifs, réduire le risque de défaillance structurelle.

Roving Advantex® assemblé / Roving assemblé

Les rovings assemblés peuvent être coupés pour être utilisés dans la barrière anticorrosion au lieu de mat à fils coupés. Ils conviennent également au procédé par projection, pour mouler certains stratifiés destinés aux milieux corrosifs.

Mat à fils coupés en verre Advantex® (Chopped Strand Mat ou CSM)

Le CSM constitue souvent un élément de la barrière anticorrosion des applications en composite renforcé fibres de verre. Il apporte la robustesse nécessaire à une performance exceptionnelle pour toute une gamme d'applications par moulage au contact.

Mat à fils continus en verre Advantex® (Continuous Filament Mat ou CFM) – Mat Unifilo®

Le mat à fils continus utilisé dans le procédé par pultrusion apporte la robustesse transversale et de très bonnes propriétés mécaniques pour faire face aux environnements corrosifs.

Voile en verre Advantex®, en verre C et en verre AR*

Les voiles non tissés renforcent la barrière anticorrosion riche en résine de beaucoups d'applications et créent une liaison solide avec le stratifié sous-jacent. Les voiles de surface isolent également les fibres structurelles et réduisent leur exposition à l'abrasion et à la corrosion, contribuant ainsi à l'intégrité structurelle du stratifié dans son ensemble. La sélection du voile le plus adapté doit se faire selon le type d'environnement corrosif.

*Actuellement disponible pour certaines applications.

Tissus techniques en verre Advantex®

OCV™ Technical Fabrics fournit des tissus de haute qualité conçus pour répondre à vos exigences en matière de performance en milieux corrosifs. Que vous ayez besoin de tissu roving, multiaxial, unidirectionnel ou d'une combinaison de ceux-ci, OCV™ Technical Fabrics peut vous apporter la solution en verre Advantex®. Les tissus qu'Owens Corning fabrique peuvent contenir plusieurs types de verre différents. Si l'application est destinée à un environnement corrosif, spécifiez l'apport de fibres de verre Advantex®.

Renforts fibre de verre hautes performances d'Owens Corning (S, H, R)

La plateforme des renforts haute performance d'OCV™ comprend les produits de renforcement à résistance élevée ShieldStrand,® XStrand,® FliteStrand® et WindStrand®, destinés aux marchés de la ballistique, de l'industrie, de l'aéronautique et de l'énergie éolienne. Ces produits apportent une résistance à la corrosion et des propriétés mécaniques supérieures qui en font des candidats de choix pour les applications en composite renforcé fibres de verre très exigeantes. Pour en savoir plus, contactez Owens Corning en sélectionnant l'adresse email ou le numéro de téléphone ci-dessous.

Renforts fibre de verre Cem-FIL® en verre AR d'Owens Corning

Les fibres de verre AR résistant aux alcalis Cem-FIL® sont utilisées depuis 40 ans dans plus de 100 pays pour figurer parmi les créations architecturales les plus impressionnantes de la planète, tout en présentant une performance élevée et durable dans des applications très variées à base de béton et de mortier. Le verre AR de Cem-FiL® procure une résistance à la corrosion de premier ordre dans certains environnements chimiques ou fortement alcalins. Pour en savoir plus, contactez Owens Corning en sélectionnant l'adresse email ou le numéro de téléphone ci-dessous.

NOTE : Pour des informations supplémentaires, merci de contacter Owens Corning en sélectionnant l'adresse email ou le numéro de téléphone correspondant à votre région.

Amériques
advantex.americas@owenscorning.com
614.777.1384

Asie Pacifique
advantex.asiap@owenscorning.com
+66.81.940.2997

Europe
advantex.europe@owenscorning.com
+46.346.85807

DÉFINIR UNE SPÉCIFICATION POUR LES STRUCTURES COMPOSITE RENFORCÉ FIBRES DE VERRE DESTINÉES AUX MILIEUX CORROSIFS

L'utilisation de renforts fibre de verre implique la spécification des fibres appropriées pour la **partie structurelle** et la **barrière anticorrosion**.

Section structurelle d'une application en composite renforcé fibres de verre

La partie structurelle contribue la grande majorité des caractéristiques mécaniques (robustesse et rigidité) d'une pièce en composite renforcé fibres de verre. Les résultats des essais chimiques mentionnés dans ce guide attribuent globalement au verre Advantex® la plus haute performance, ce qui le recommande pour être spécifié dans les parties structurelles. Voici un exemple de spécification relative à une partie structurelle.

"« Les renforts fibre de verre doivent être en verre Advantex® ou son équivalent conforme à la norme ASTM D 578-00 section 4.2.4.
L'ensimage de ce verre doit être compatible avec la résine spécifiée. »

Barrière anticorrosion d'une application en composite renforcé fibres de verre

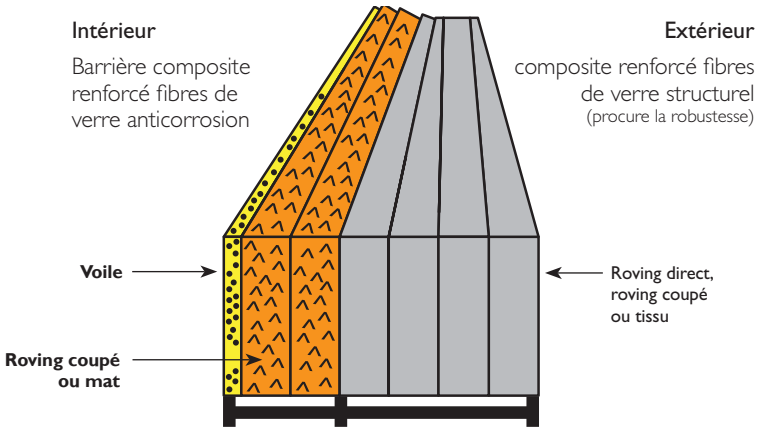
La barrière anticorrosion n'apporte généralement aucune robustesse structurelle. Elle contribue essentiellement à ralentir la diffusion du milieu corrosif dans le stratifié. Cette section du stratifié composite renforcé fibres de verre est communément constituée d'un voile de surface interne, le reste étant composé d'un mat (mat à fils coupés ou roving coupé). Indépendamment de la spécification du mat, il est important de spécifier un voile adapté afin d'atteindre le plus haut niveau de résistance à la corrosion. Le schéma illustre un exemple de pièce en composite renforcé fibres de verre montrant la barrière anticorrosion et la partie structurelle.

Le voile constitue la surface interne de la barrière anticorrosion. En fonction de l'agressivité du milieu chimique, il peut falloir y ajouter un autre matériau comme le verre, le carbone ou le polyester. Une fois sélectionné le voile de verre, utilisez ce guide pour identifier le type de verre le plus adapté à cet environnement chimique ou contactez Owens Corning pour demander une recommandation.

Sur la base des essais cités dans ce guide, lorsqu'une section de mat fait également partie de la barrière anticorrosion, il est fort probable que le verre Advantex® soit le renfort à spécifier. La spécification ci-dessous peut être utilisée pour ce segment de la barrière anticorrosion.

"« Les renforts fibre de verre doivent être en verre Advantex® ou son équivalent conforme à la norme ASTM D 578-00 section 4.2.4. L'ensimage de ce verre doit être compatible avec la résine spécifiée. »

Enroulement filamentaire ou stratifié
(exemple : tuyau, réservoir, conduite etc.)



FORMULAIRE DE DEMANDE DE SPÉCIFICATION D'UN TYPE DE FIBRE DE VERRE OWENS CORNING

Si vous avez des questions auxquelles ce guide ne répond pas, ou si vous souhaitez une recommandation pour un type de verre à utiliser dans une situation spécifique, vous pouvez contacter Owens Corning de deux façons :

1. En remplissant le formulaire en ligne que vous trouverez ici : www.owenscorning.com/composites/aboutAdvantex.asp
2. En copiant ce formulaire et en l'envoyant au numéro de fax correspondant à votre région, dans la liste ci-dessous.

Envoyez le formulaire rempli au

Fax – Amériques : 1.740.321.4607
Fax – Europe, Moyen-Orient et Afrique : +46.346.83733
Fax – Asie Pacifique : +66.2.745.6961

Nom du projet : _____

Date : _____

Coordonnées

Société : _____ Pays : _____

Nom : _____

Adresse email : _____ Téléphone : _____

Informations sur la pièce en composite renforcé fibres de verre

Type de pièce (réservoir, tuyau, épurateur, conduite etc.) _____

Dimensions : _____ Capacité : _____

Industrie (minière, chimique, production d'énergie etc.) : _____

Conditions opératoires :

Type d'agent ou d'environnement chimique	Concentrations habituelles
1. _____	_____
2. _____	_____
3. _____	_____
4. _____	_____

pH : Valeur type : _____ Minimum : _____ Maximum : _____

DESCRIPTION DU GUIDE

Cette dernière section du guide vous aidera à spécifier le type de fibre de verre le mieux adapté à divers environnements corrosifs, sur la base d'essais effectués en laboratoire. Ces essais montrent l'impact de plusieurs agents chimiques sur différents types de fibres de verre.

Le guide indique la perte de masse du verre nu exposé à des solutions de plusieurs agents chimiques. Il se peut que les essais sur verre nu nécessitent quelques explications. Lorsque c'est le cas, nous fournissons des données supplémentaires pour justifier la sélection du type de fibre de verre ayant la meilleure performance.

C'est l'intention d'Owens Corning de mettre à jour ce guide au fur et à mesure que d'autres agents chimiques sont testés pour leur effet sur les renforts verre. Merci de bien vouloir consulter le site Web du verre Advantex® pour y trouver les versions les plus récentes et des renseignements supplémentaires. www.owenscorning.com/composites/aboutAdvantex.asp

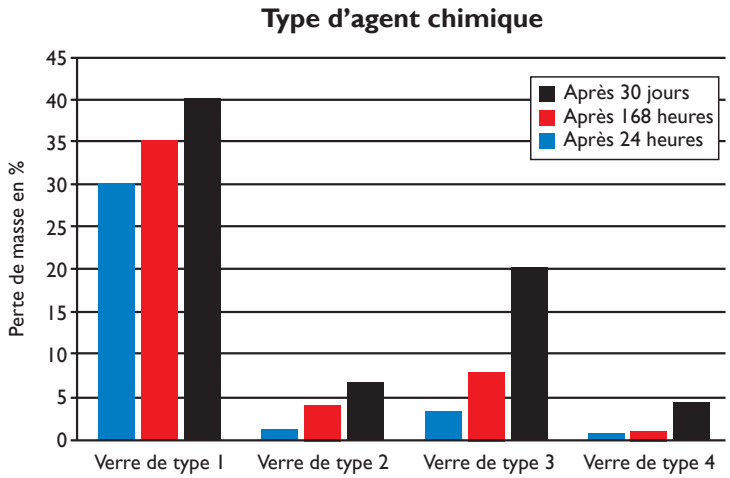
MÉTHODES D'ESSAI ET INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

Owens Corning a recours à plusieurs méthodes d'essai pour déterminer la performance de diverses formes de fibres de verre en environnements corrosifs. Parmi ces méthodes, on compte :

1. Mesure de la perte de masse du verre nu

Cet essai consiste à comparer la résistance à la corrosion de différents types de verre dans un milieu corrosif. L'axe des ordonnées indique le pourcentage d'éléments lessivés. Plus la barre est haute, plus grande est la perte de masse et plus mauvaise est la performance. Plus la barre est courte, meilleure est la résistance à la corrosion. L'axe des abcisses liste différentes compositions de fibres de verre.

Pour une composition donnée il y a plusieurs barres, qui correspondent à diverses durées d'exposition du verre à l'agent chimique. Plusieurs durées sont indiquées car la vitesse de corrosion varie énormément d'un verre à l'autre dans certains milieux corrosifs. Cet essai présente l'avantage d'être rapide, mais dans certaines conditions il sous-estime les différences entre verres à cause de la formation de sels insolubles ou de leur redéposition sur les fibres. Par cet effet, il résulte que des fibres de verre fortement lessivées semblent n'avoir perdu que peu de masse. En conditions opérationnelles, le volume de milieu corrosif est très grand par rapport à la quantité de verre. Dans ce document, nous avons donc pris en compte plusieurs autres techniques et analyses approfondies pour mieux évaluer l'impact de la corrosion.

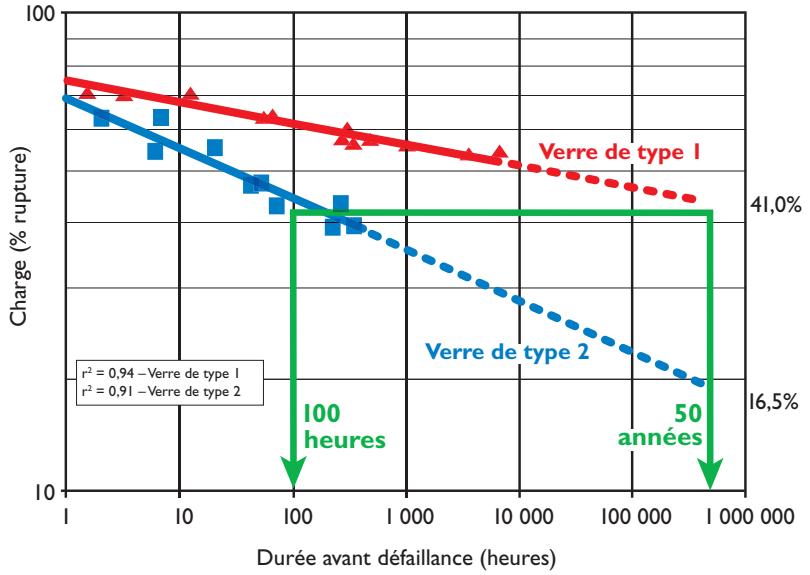


2. Essais de corrosion sous contrainte jusqu'à rupture des joncs en composite renforcé fibres de verre

L'essai de corrosion sous contrainte à rupture reproduit le mieux les effets conjugués (contrainte et corrosion) auxquels une structure doit faire face. Basée sur les normes ASTM D2992 et ASTM D3681, cette méthode coûteuse en ressources et en temps constitue véritablement la norme d'excellence lorsqu'il s'agit de comprendre le comportement de différents types de verres en milieu corrosif, indépendemment du type de résine ou de la construction du stratifié. Les niveaux de contrainte, exprimés en pourcentages de la contrainte de rupture ou en valeurs absolues en MPa, sont reportés sur l'axe des ordonnées d'un graphique logarithmique. L'axe des abcisses représente la durée d'exposition en heures. Le jonc de composite renforcé fibres de verre dont la pente est la plus faible est celle qui est le moins endommagée par le milieu corrosif.

Pour mettre facilement en évidence les différences entre les types de verre, repérez le point d'intersection de la ligne la moins pentue avec l'axe Y à 50 ans et lisez horizontalement le niveau de contrainte correspondant (exemple, 41,0 %) jusqu'à la ligne représentant l'autre type de verre. L'endroit où ce niveau de contrainte (41,0 % sur l'axe Y) intercepte l'autre ligne (100 heures) représente la durée (lue sur l'axe X) pendant laquelle la structure pourrait résister à un niveau de contrainte de 41,0 %. Dans cet exemple, le verre de Type 1 peut résister à 41 % de sa contrainte de rupture d'origine pendant 50

Contrainte de rupture de joncs composites en milieu corrosif



ans, tandis que le verre de Type 2 se serait détérioré d'autant après seulement 100 heures.

3. Microscopie électronique à balayage (MEB)

La MEB nous permet de visualiser à l'échelle microscopique ce qui se passe dans le composite renforcé fibres de verre, même à l'échelle de la fibre de verre. C'est par cette technique, couplée à l'analyse par rayons X à dispersion d'énergie, que nous pouvons observer des effets tels que : redéposition, piqûres, fissuration, développement de cristaux ou lessivage. La MEB intervient lorsque des incohérences apparaissent entre les courbes de perte de masse et les données publiées, entre les performances dans des milieux corrosifs semblales mais pas identiques, ou encore avec des observations réelles. La MEB nous permet de mieux comprendre pourquoi de telles différences peuvent exister.

Pour une description plus détaillée de chaque méthode, voir l'**Annexe A** de ce guide.

SYNTHÈSE DES RÉSULTATS ET RECOMMANDATIONS GÉNÉRALES

Nous présentons ci-dessous une synthèse des fibres de verre les plus performantes dans chacune des grandes catégories chimiques. Les résultats spécifiques détaillés des essais de performance chimique sont présentés dans la section suivante. Les types de verre testés sont : le verre E, le verre C, le verre Advantex® le verre AR. Les pièces en composite renforcé fibres de verre (comme les réservoirs, les tuyaux etc.) destinées à un environnement corrosif comportent généralement une barrière anticorrosion et une partie structurelle. Si le verre est sélectionné comme renfort de la barrière anticorrosion ou de la partie structurelle, cette synthèse montre le type de fibre de verre le mieux adapté dans chaque cas.

Synthèse indicative des renforts fibre de verre les plus performants par milieu corrosif

Section de stratifié composite	Acides minéraux	Acides organiques	Eau désionisée	Alcalis	Sels
Barrière anticorrosion Recommandation pour voile surface interne*	Verre AR ou verre C	Advantex®	Advantex®	Verre AR ou Advantex®	Verre AR ou Advantex®
Barrière anticorrosion Recommandation pour mat/partie coupée**	Advantex®	Advantex®	Advantex®	Advantex®	Advantex®
Partie structurelle Recommandation du type de fibre	Advantex®	Advantex®	Advantex®	Advantex®	Advantex®
Agents chimiques testés	Sulfurique Chlorhydrique Nitrique Phosphorique Eau régale	Acétique Citrique	Eau désionisée Eau du robinet	Hydroxyde d'ammonium Hydroxyde de sodium Chlorite de sodium Hypochlorite de sodium	Chlorure de sodium Chlorure ferrique

* Lorsque la fibre de verre est choisie en tant que voile. Veillez à consulter les pages individuelles par agent chimique pour un type de verre spécifique.
** Lorsque la fibre de verre est choisie en tant que mat à fils coupés ou produit en roving coupé assemblé.
NOTE : le verre AR (verre Cem-FIL®) n'est disponible que dans certains types de voiles pour des applications spécialisées.

Pour des informations supplémentaires,
des recommendations ou un soutien, merci de contacter :

Amériques
advantex.americas@owenscorning.com | 614.777.1384

Asie Pacifique
advantex.asiap@owenscorning.com | +66.81.940.2997

Europe
advantex.europe@owenscorning.com | +46.346.85807

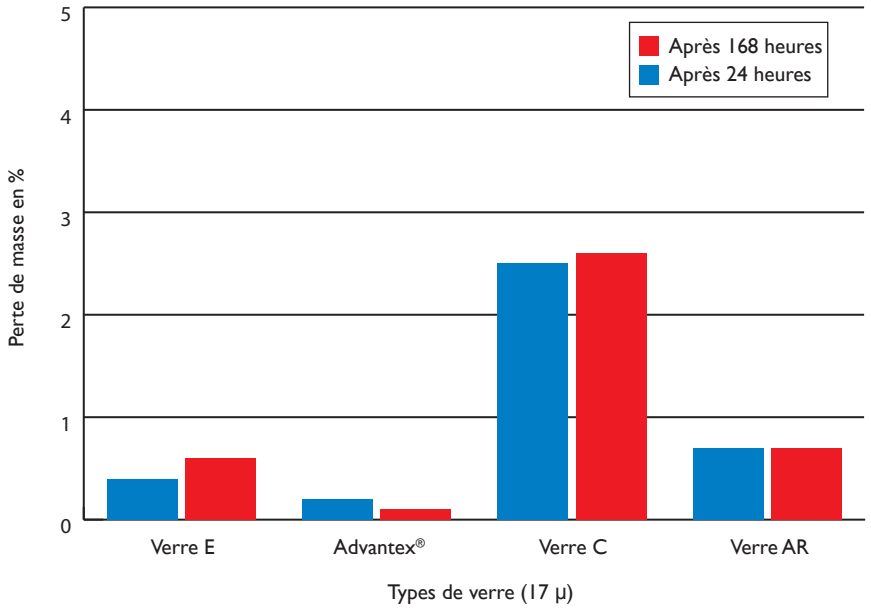
Résistance chimique de la fibre de verre

ACIDE ACÉTIQUE

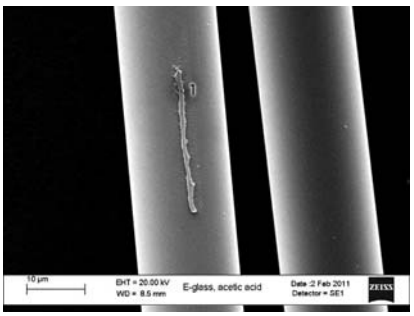
Mesure de la perte de masse du verre nu : La perte de masse par l'acide acétique semble minime, mais les chiffres sont trompeurs. En y regardant de plus près, nous avons conclu que le verre Advantex® présentait globalement la meilleure performance et qu'il serait le matériau de choix pour la barrière anticorrosion tout entière (en tant que voile et mat), ainsi que pour la partie structurelle d'une pièce en composite renforcé fibres de verre pour permettre d'atteindre la performance la plus élevée.

Les clichés MEB du verre E présentés ci-dessous montrent des fibres relativement intouchées. Toutefois, une analyse EDS (par rayons X à dispersion d'énergie) de la surface de toutes les fibres indique un revêtement très uniforme d'un sel contenant du carbone, constitué de divers éléments provenant du lessivage du verre. Ce revêtement apparaît sur toutes les fibres et les alourdit. La perte de masse résultant de la lixiviation du verre est supérieure au gain correspondant au revêtement organique, ce qui équivaut à une perte nette de masse pour toutes les fibres, le verre C étant le plus touché. Bien que la performance relative des fibres de verre de cette étude soit probablement représentative de la réalité, le graphe ne doit pas être interprété comme indiquant une faible attaque de l'acide acétique sur ces fibres.

Acide acétique à 80 % à 50 °C



Clichés au microscope électronique à balayage (MEB) du verre E :
Le cliché du verre E montre une zone où deux fibres étaient en contact l'une avec l'autre (Zone 1 du cliché MEB). C'est entre elles que les produits de lixiviation se sont accumulés. Le revêtement provenant du lessivage a alourdi ces fibres, faussant l'essai de perte de masse en suggérant des dégâts moindres qu'ils ne l'étaient vraiment.

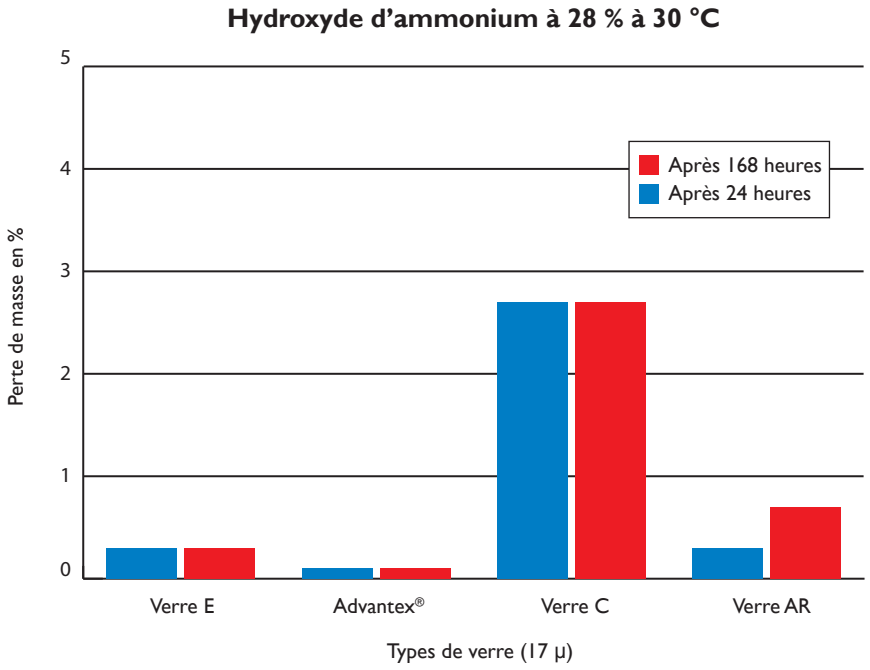


Cliché MEB du **verre E** montrant l'accumulation des produits de lessivage sur la fibre.

HYDROXYDE D'AMMONIUM

Résistance chimique de la fibre de verre

Mesure de la perte de masse du verre nu : De façon surprenante, les résultats obtenus avec l'hydroxyde d'ammonium (pH élevé) ne montrent que peu d'effet sur le verre Advantex®. Toutefois, il est clair que le verre C est beaucoup plus attaqué que les autres types. Cet essai suggère que le verre Advantex® aura le meilleur comportement dans la barrière anticorrosion (en tant que voile et mat) et dans la partie structurelle. Le voile de verre C ne serait pas un choix judicieux pour la barrière anticorrosion.

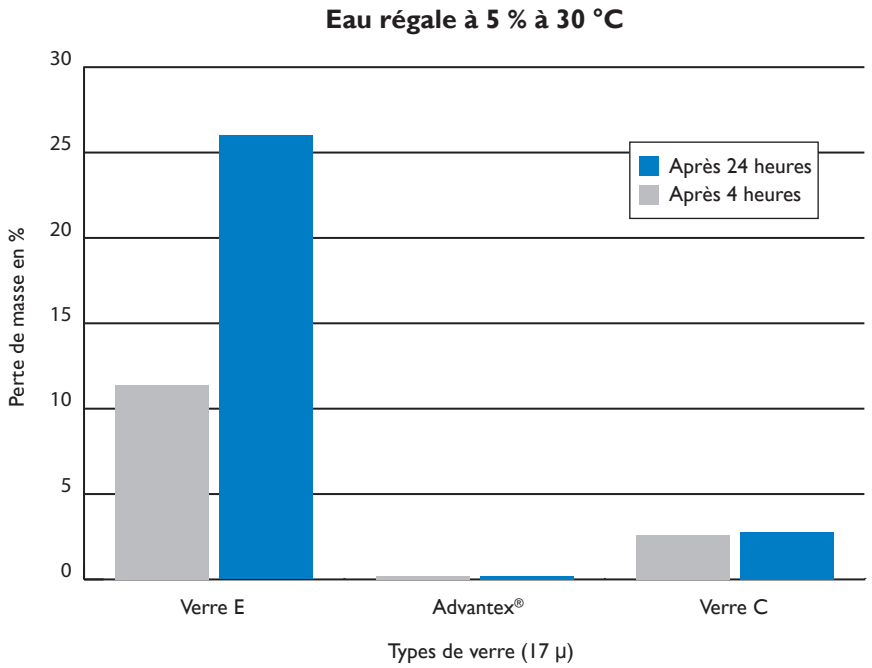


NOTES :

Résistance chimique de la fibre de verre

EAU RÉGALE

Mesure de la perte de masse du verre nu : L'eau régale est une combinaision d'acide chlorhydrique et d'acide nitrique. C'est un acide puissant, comme on peut le constater par la rapidité avec laquelle il corrode certains types de verre. Après examen des résultats, nous avons conclu que le verre Advantex® présentait globalement la meilleure performance et qu'il serait le matériau de choix pour la barrière anticorrosion tout entière (en tant que voile et mat), ainsi que pour la partie structurelle d'une pièce en composite renforcé fibres de verre, lui permettant d'atteindre la performance la plus élevée. Le verre E n'est pas recommandé à cause de son pourcentage élevé de perte de masse. Le voile de verre C, qui se comporte habituellement bien dans les acides minéraux, ne semble pas constituer le meilleur choix.

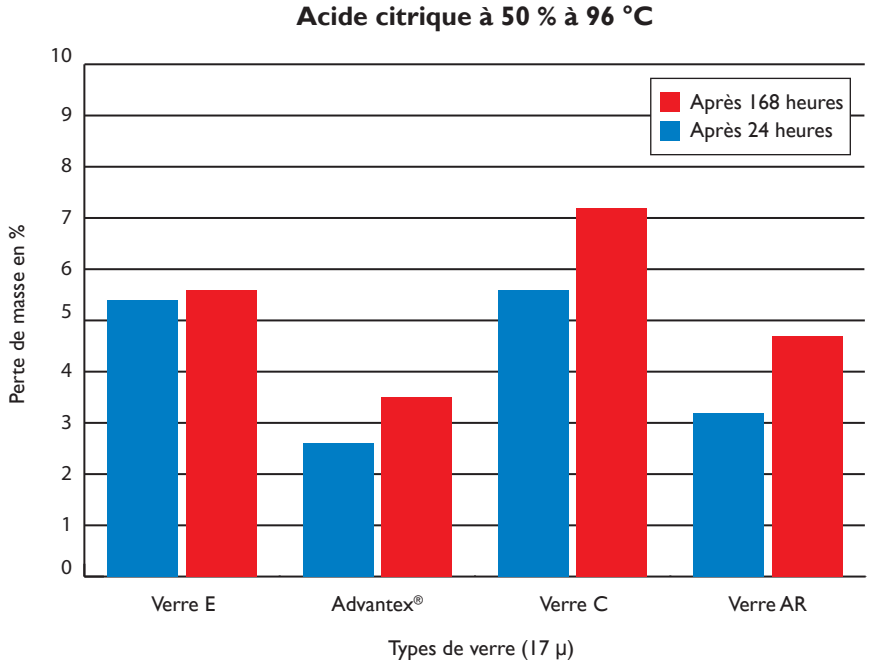


NOTES :

ACIDE CITRIQUE

Résistance chimique de la fibre de verre

Mesure de la perte de masse du verre nu : L'analyse des résultats des essais indique que le verre Advantex® est le plus performant et qu'il devrait apporter la meilleure résistance pour la barrière anticorrosion tout entière (en tant que voile et mat) et pour la partie structurelle d'une pièce en composite renforcé fibres de verre. L'acide citrique est unique parmi les acides étudiés car il forme un chélate (complexe) avec certains des éléments lixiviés. Apparemment, la fibre de verre Advantex® contient moins d'éléments pour lesquels l'acide citrique a de l'affinité que les verres E ou C. Des études par R.L. Jones, de la Curtin University of Australia, ont montré que d'autres acides organiques comme l'acide pyruvique, oxalique, glyoxalique et malonique corroderaient le verre de la même manière.



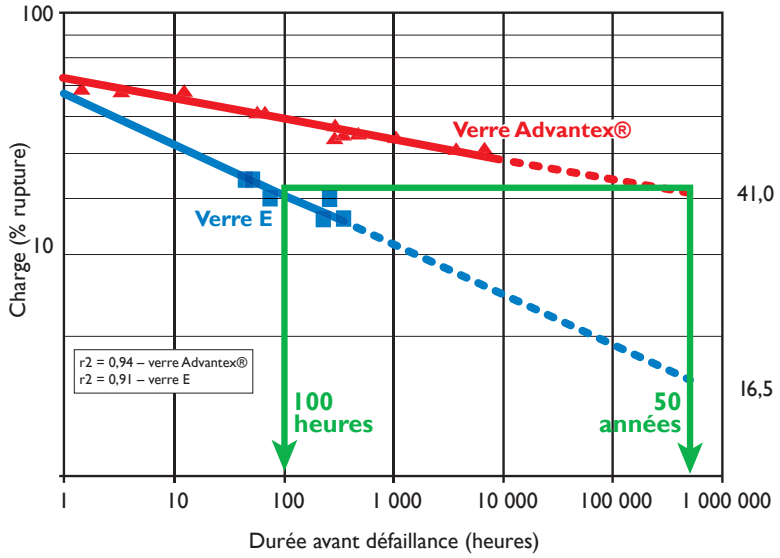
NOTES :

EAU DÉSIONISÉE (DI)

(Voir aussi eau du robinet)

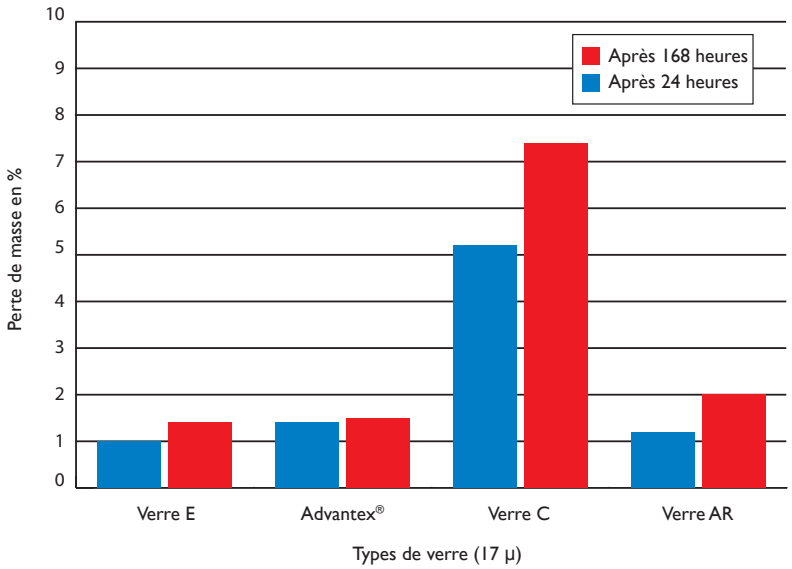
Essais de corrosion souscontrainte : Les essais à long terme de corrosion sous contrainte de joncs composites révèlent la plus grande durabilité du verre Advantex® par rapport au verre E, lors de leur exposition à de l'eau désionisée à 25 °C. Après 50 years, le verre Advantex® garde 41,0 % de sa résistance d'origine. Le verre E n'est capable de maintenir cette même résistance que pendant 100 heures. Le verre Advantex® arrive donc en tête dans cet environnement, où il est le matériau de choix à la fois dans la barrière anticorrosion (voile et mat) et dans les couches structurelles d'une pièce en composite renforcé fibres de verre.

Contrainte de rupture de joncs composites renforcés fibres de verre dans l'eau désionisée



Perte de masse du verre nu : La différence constatée dans les essais de corrosion sous contrainte entre le verre Advantex® et le verre E ne se retrouve pas dans les résultats de perte de masse à court terme. Les essais de perte de masse dans l'eau désionisée ne sont pas aussi sélectifs que ceux, plus onéreux, de corrosion sous contrainte. Les mauvais résultats du verre C en termes de perte de masse en font un piètre choix sous forme de voile, comme barrière anticorrosion.

Eau désionisée à 96 °C

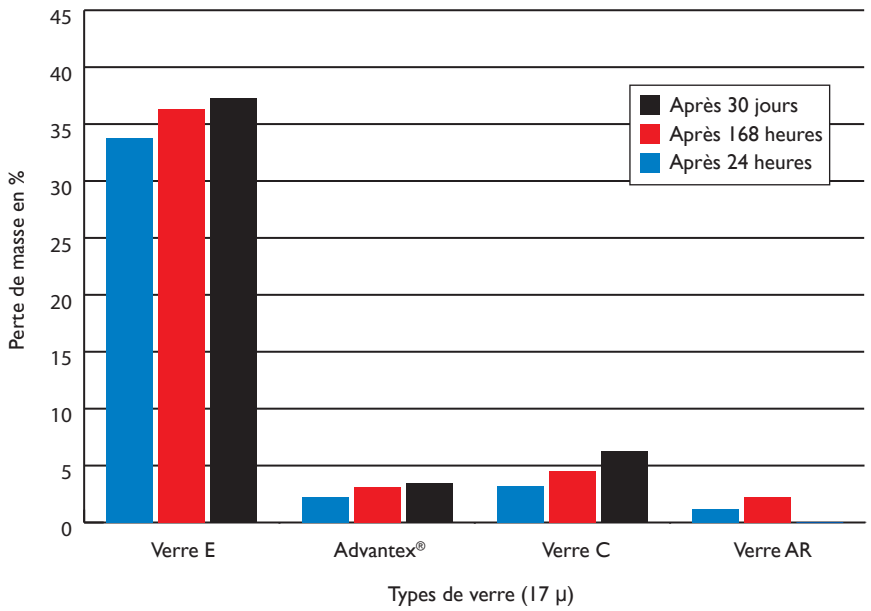


CHLORURE FERRIQUE

Résistance chimique de la fibre de verre

Mesure de la perte de masse du verre nu : Cet essai indique que le verre Advantex® est plus performant dans le chlorure ferrique et qu'il doit être envisagé tant pour la barrière anticorrosion (comme voile et mat) que pour la partie structurelle d'une pièce en composite renforcé fibres de verre. Le verre E n'est un bon choix pour aucune des parties d'une structure qui entrerait en contact avec le chlorure ferrique. Le verre AR ne possède pas les propriétés mécaniques que requiert la partie structurelle d'une pièce en composite renforcé fibres de verre et n'est actuellement disponible que pour des applications spécialisées.

Chlorure ferrique à 40 % à 96 °C



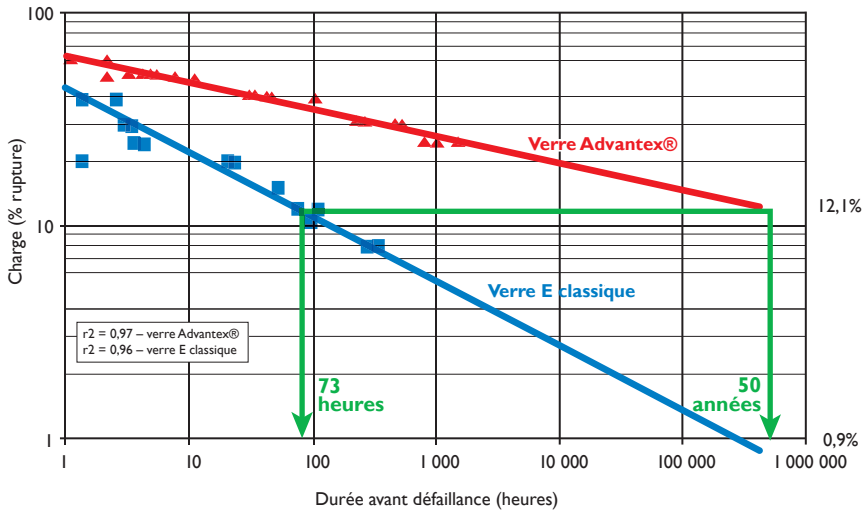
NOTES :

Résistance chimique de la fibre de verre

ACIDE CHLORHYDRIQUE

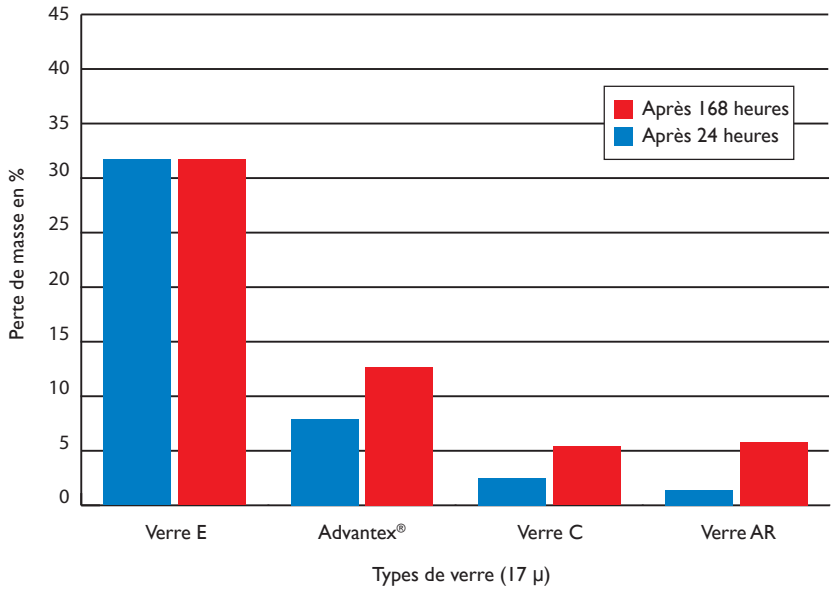
Essais de corrosion sous contrainte : Lorsque les joncs en composite renforcé fibres de verre sont exposées aux effets combinés des contraintes et de l'acide chlorhydrique, le verre Advantex® surpasse très nettement le verre E. L'examen de ces résultats suggère que les joncs en composite renforcé fibres de verre de verre E perdent leur robustesse beaucoup plus vite que les joncs en composite renforcé fibres de verre de verre Advantex®. Après 50 ans; le jonc en composite renforcé fibres de verre de verre Advantex® serait encore capable de supporter 12,1 % de sa charge d'origine, tandis que celle contenant le verre E ne le pourrait que pendant 73 heures. Les clichés MEB ci-dessous illustrent pourquoi. La lixiviation de la fibre de verre E entraîne la porosité de sa surface extérieure, suivie de fissurations hélicoïdales. Le verre Advantex® est intact.

Stratifié composite exposé à HCl – H2SO4 1 Normal



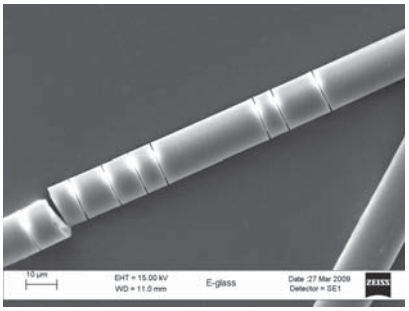
Mesure de la perte de masse du verre nu : Cet essai apporte des arguments supplémentaires pour mettre en avant le verre Advantex® dans la partie structurelle de la pièce en composite renforcé fibres de verre. Le verre C et le verre AR conviennent à la barrière anticorrosion. Rapidement attaqué par les acides forts, le verre E ne doit pas être envisagé.

Immersion dans l'acide chlorhydrique à 10 % à 96 °C

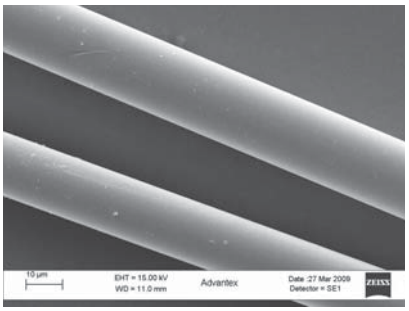


Analyse par microscopie électronique à balayage (MEB) : Le premier cliché montre une fissuration hélicoïdale classique des fibres de verre E après exposition à HCl à 5 % pendant quatre heures sans contrainte. C'est cette fissuration qui entraîne la défaillance prématurée des pièces en composite renforcé fibres de verre soumises à la fois à des contraintes et à des fluides corrosifs.

Verre E après quatre heures dans HCl à 5 % à 96 °C



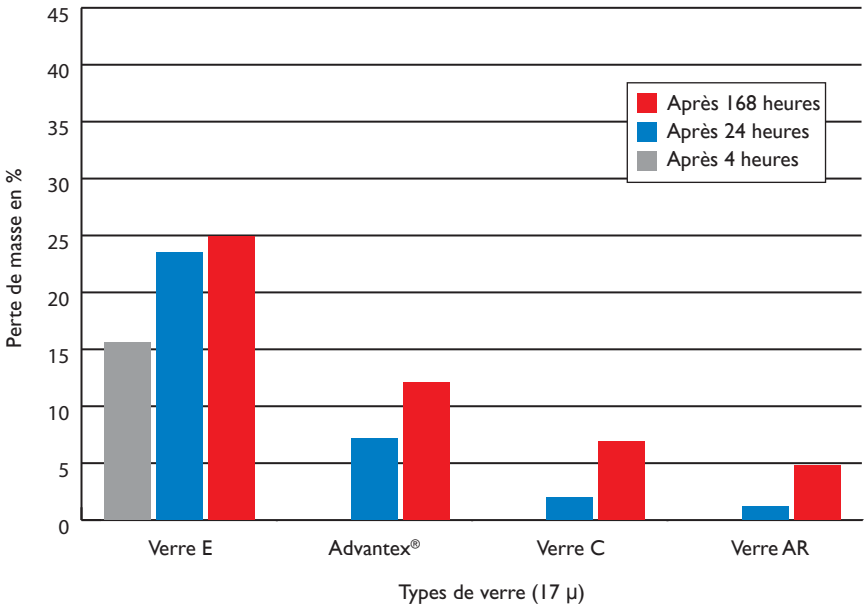
Verre Advantex® après quatre heures dans HCl à 5 % à 96 °C



ACIDE NITRIQUE

Mesure de la perte de masse du verre nu : Cet essai indique que le verre Advantex® est plus performant que le verre E et doit pris en compte pour la partie structurelle d'une pièce en composite renforcé fibres de verre. Le verre C et le verre AR conviennent pour la barrière anticorrosion sous forme de voile, de mat ou de roving coupé. Rapidement attaqué par l'acide nitrique, le verre E ne doit pas être envisagé.

Immersion dans l'acide nitrique 1 Normal (4,4 %) à 96 °C



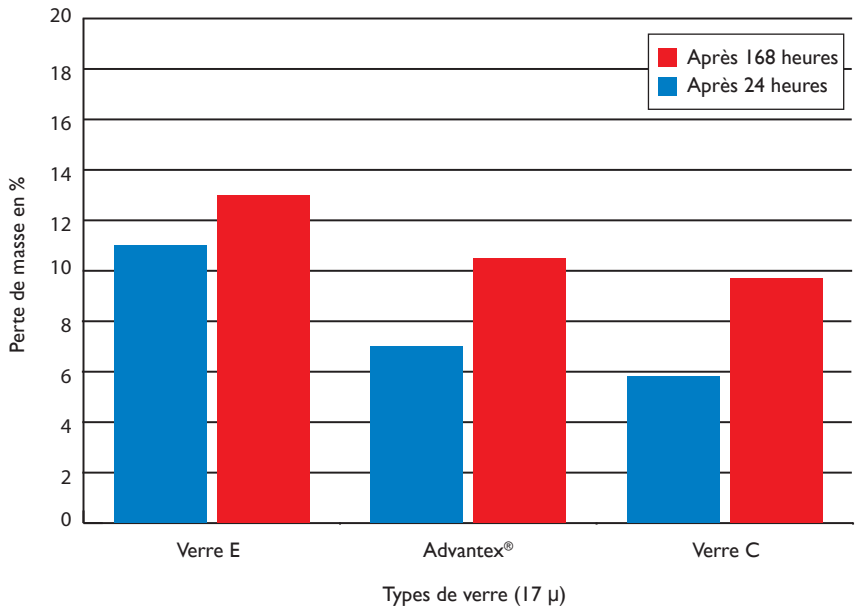
NOTES :

Résistance chimique de la fibre de verre

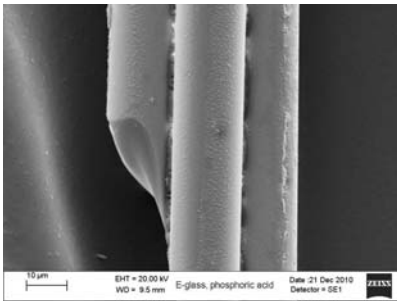
ACIDE PHOSPHORIQUE

Mesure de la perte de masse du verre nu : Elle prouve que le verre Advantex® devrait être envisagé pour la partie structurelle et le mat de la barrière anticorrosion. Le verre C conviendrait à la surface interne de la partie voile de la barrière anticorrosion. Les clichés MEB montrent que l'acide phosphorique représente lui aussi un milieu corrosif qui cause le lessivage d'éléments à partir de certains types de verre, à des degrés divers. Il redépose ces éléments (dont le phosphore) sur les fibres de verre. Peu de redéposition est visible sur les fibres qui n'ont pas subi de lixiviation importante. Le matériau redéposé alourdit les fibres, masquant la vraie valeur de la perte de masse par lixiviation. La structure des fibres qui ont été lixiviées est fragilisée.

Acide phosphorique à 85 % à 96 °C

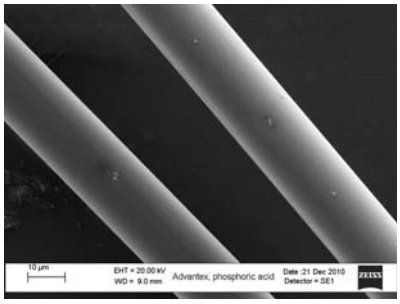


Verre E
Cliché MEB dans l'acide phosphorique



Le verre E révèle qu'une lixiviation s'est produite et que du phosphate de calcium s'est redéposé sur la fibre. Celle-ci est probablement fragilisée, ainsi que la liaison qu'elle forme avec la résine.

Verre Advantex®
Cliché MEB dans l'acide phosphorique

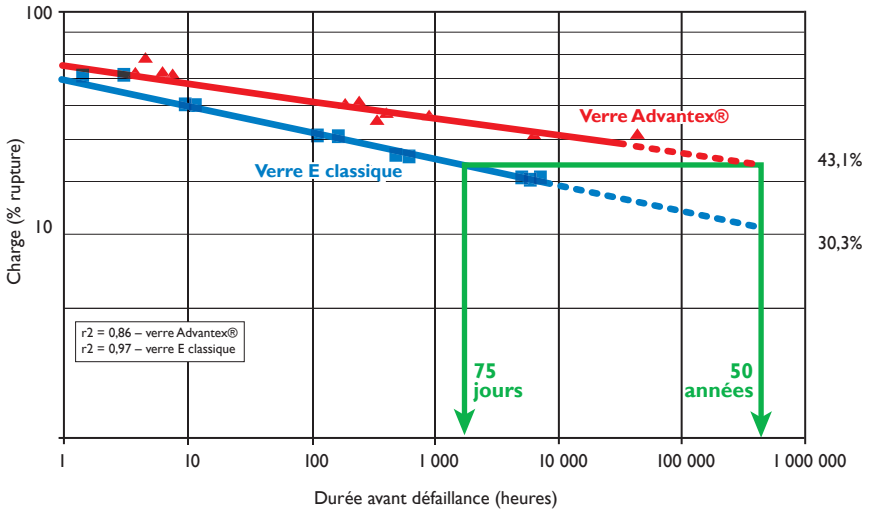


Le verre Advantex® ne montre ni lixiviation, ni fragilisation significatifs dans l'acide phosphorique.

CHLORURE DE SODIUM

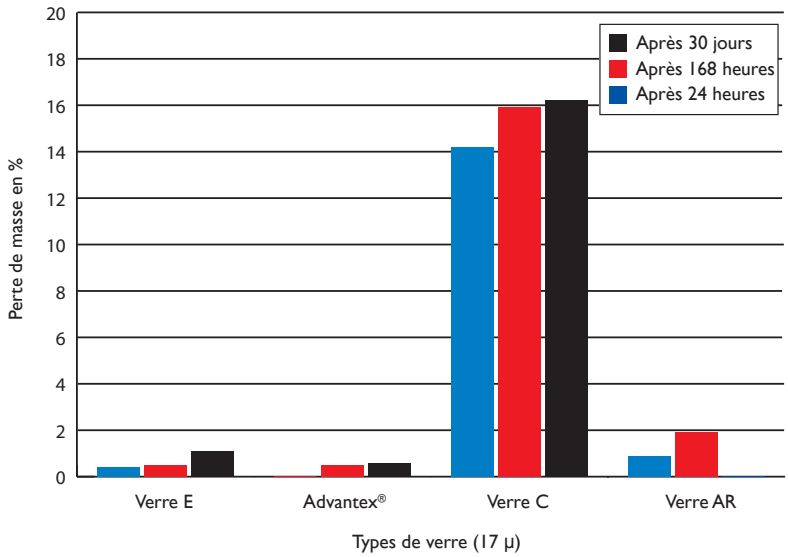
Essais de corrosion sous contrainte : L'essai à long terme de corrosion sous contrainte montre que le verre Advantex® est supérieur au verre E dans l'eau salée et que c'est un candidat à envisager tant pour la barrière anticorrosion (comme voile ou mat) que pour la partie structurelle de la pièce en composite renforcé fibres de verre. Les résultats signifient qu'après 50 ans d'immersion dans l'eau salée, le jonc en composite renforcé par des fibres de verre contenant la fibre de verre Advantex® retiendra encore 43,1 % de sa capacité de charge alors que le verre E aura atteint cette valeur en seulement 75 jours.

Contrainte à la rupture de joncs composites dans l'eau salée à 5 %

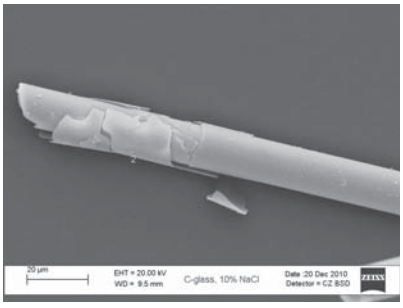


Mesure de la perte de masse du verre nu : La perte de masse à court terme ne montre pas clairement l'importante différence de performance entre le verre E et Advantex® que met en évidence l'essai précédent de corrosion sous contrainte. Il signale toutefois que le voile de verre C n'est pas un bon choix en eau salée. Ce résultat nous a surpris mais le cliché MEB à droite confirme cette réalité.

Chlorure de sodium à 10 % à 96 °C

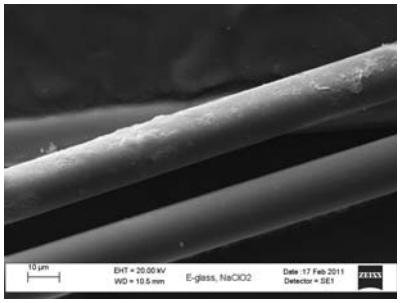


MEB du verre C

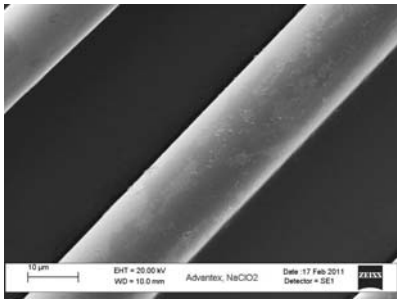


Ce cliché pris au MEB représente du verre C après exposition au chlorure de sodium. La vitesse et le degré de détérioration du verre C dans l'eau salée est significatif.

Microscopie électronique à balayage : De toute évidence, le verre Advantex® est moins touché et doit être envisagé tant pour la barrière anticorrosion (comme voile ou mat) que pour la partie structurelle d'une pièce en composite renforcé fibres de verre. L'essai de perte de masse pourrait suggérer une différence minime entre le verre E et Advantex®. Toutefois, les clichés MEB révèlent qu'il s'agit là encore d'un cas de redéposition du matériau lixivié sur la fibre, et qu'un précipité difficile à enlever des fibres filtrées se forme. La spectroscopie EDS a identifié le magnésium dans bon nombre de ces précipités. Cet alourdissement signifie que toutes les fibres sont lixiviées et perdent réellement plus de masse que ne le suggère le graphe. Cet effet est moins prononcé pour le verre Advantex® car le lessivage est moindre.

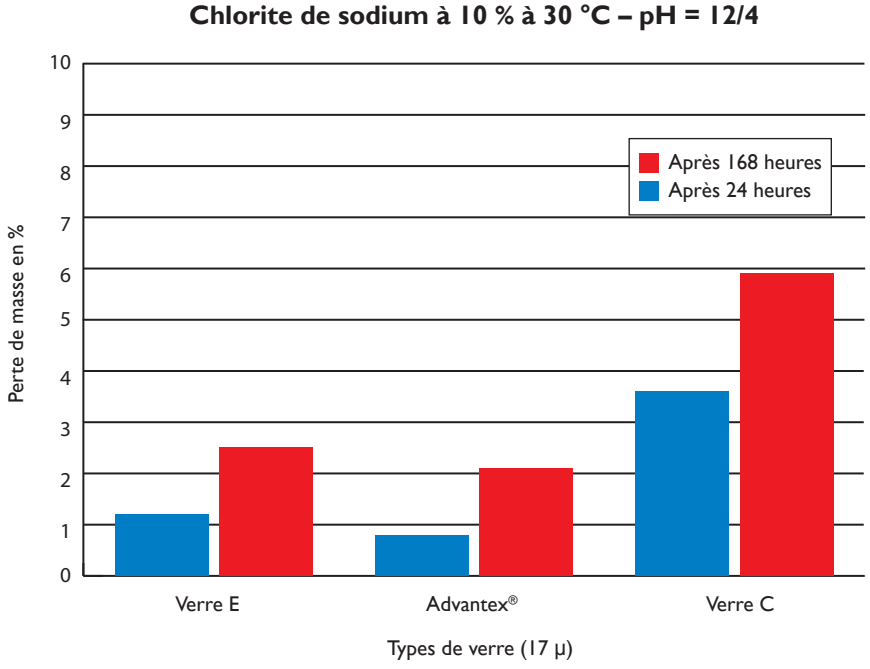


MEB du **verre E** mettant en évidence la redéposition du matériau sur le verre.



MEB du verre **Advantex®** pour lequel lessivage et redéposition sont minimes.

Mesure de la perte de masse du verre nu : L'effet de redéposition agit aussi sur le verre C, mais ce dernier est beaucoup plus lessivé que le verre E ou Advantex® . Le verre C ne conviendrait donc pas pour la barrière anticorrosion.

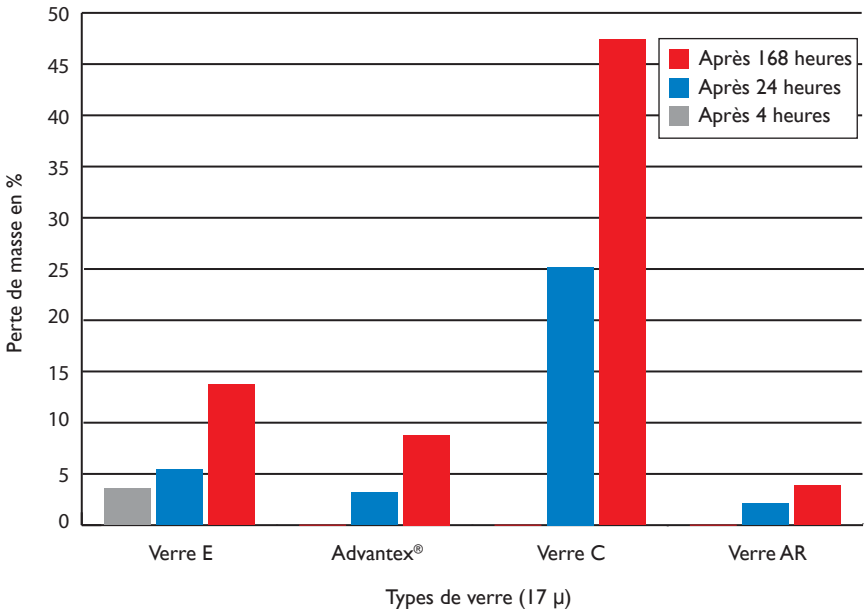


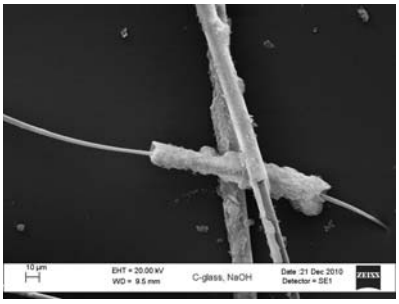
HYDROXYDE DE SODIUM

Résistance chimique de la fibre de verre

Mesure de la perte de masse du verre nu : La corrosion en environnement alcalin suit un mécanisme très différent de celle en environnement acide. Il est clair que le verre Advantex® est le moins atteint et qu'il conviendrait pour la partie structurelle d'une pièce en composite renforcé fibres de verre. Les verres AR ou Advantex® seront sans doute les plus performants pour la barrière anticorrosion (comme voile et mat). Les clichés MEB confirment l'endommagement de tous les types de fibres, tandis que l'analyse EDS par rayons X à dispersion d'énergie identifie le calcium, la silice et le sodium comme ayant été lessivés et redéposés sous forme de cristaux (exemple cliché ci-dessous). Il faut en conclure que l'essai de perte de masse du verre nu sous-estime l'endommagement de la fibre mais fournit une évaluation raisonnable de la performance des différents types.

Hydroxyde de sodium pH = 12,88 à 96 °C

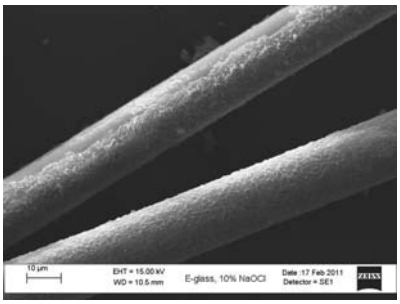




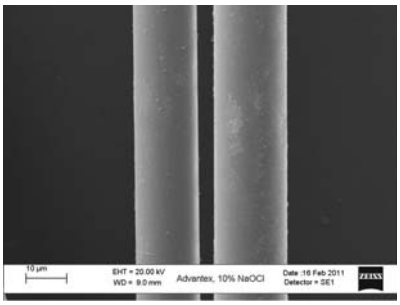
MEB du verre C montrant un lessivage significatif et sa redéposition sous forme de cristaux.

HYPOCHLORITE DE SODIUM

Microscopie électronique à balayage : Il est clair que le verre Advantex® est le moins atteint et qu'il conviendrait pour la partie structurelle d'une pièce en composite renforcé fibres de verre. Le verre AR ou le verre Advantex® seraient les mieux adaptés pour le voile de la surface interne de la barrière anticorrosion ; pour la partie en mat de la barrière, c'est le verre Advantex® qui serait indiqué. L'essai de perte de masse (graphe ci-dessous) pourrait suggérer peu de différence entre le verre E et Advantex®. Toutefois, les clichés pris au microscope électronique à balayage montrent que là aussi, le verre E est lessivé à un plus fort degré que le verre Advantex®. Le matériau se redépose en plus grande quantité sur les fibres de verre E et forme également des précipités. L'analyse EDS par rayons X à dispersion d'énergie a permis d'identifier nombre de ces dépôts comme étant des précipités contenant du calcium. Cet alourdissement signifie que toutes les fibres sont lixiviées et perdent réellement plus de masse que ne le suggère le graphe. Cet effet est beaucoup moins prononcé pour le verre Advantex®.



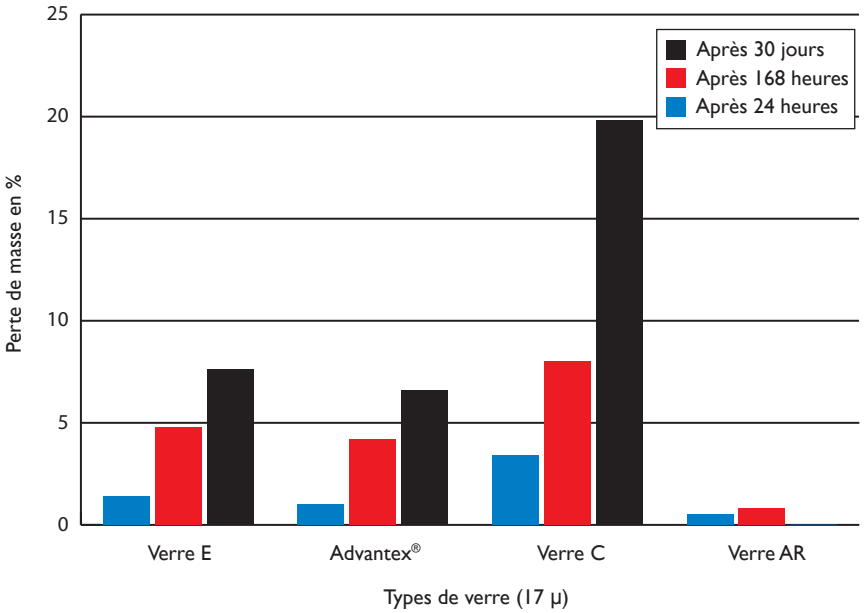
MEB du **verre E** mettant en évidence la redéposition du matériau sur le verre.



MEB du verre **Advantex®** pour lequel lessivage et redéposition sont minimes.

Mesure de la perte de masse du verre nu : L'effet de redéposition agit aussi sur le verre C, mais ce dernier est beaucoup plus lessivé que le verre E ou Advantex® . Le verre C ne conviendrait donc pas pour la barrière anticorrosion.

Hypochlorite de sodium à 10 % à 30 ?

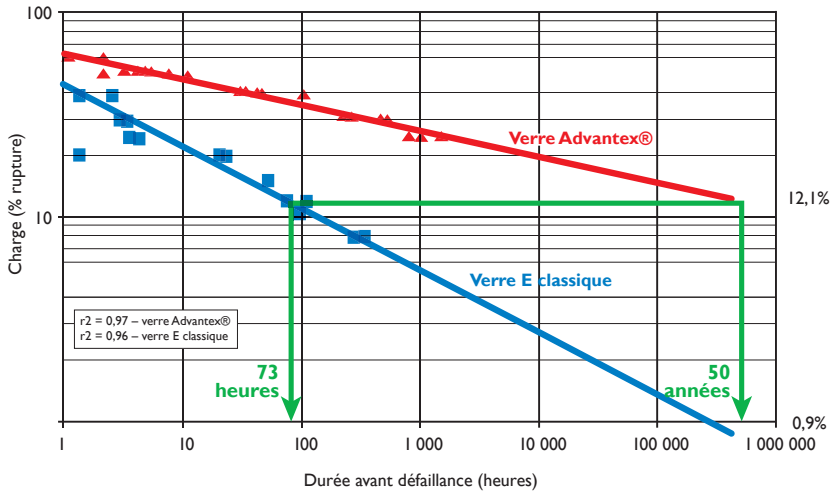


ACIDE SULFURIQUE

Résistance chimique de la fibre de verre

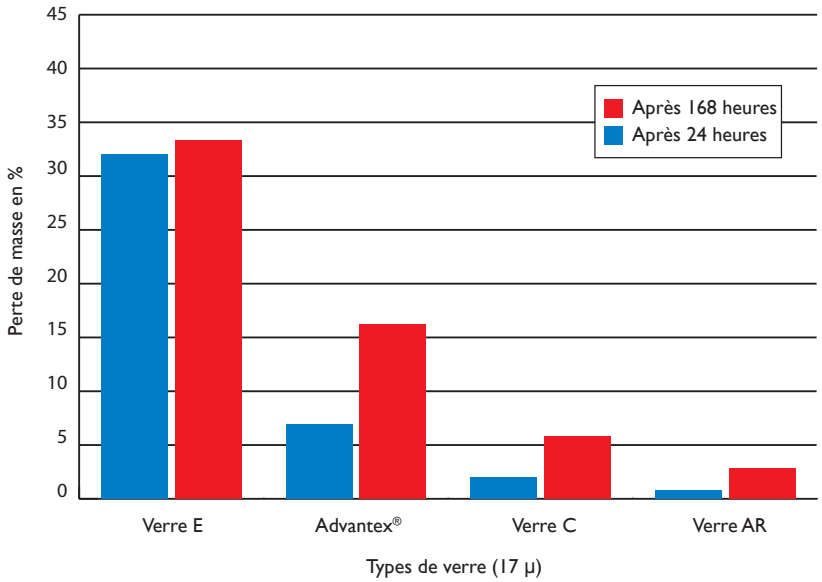
Toutes méthodes d'essai : L'essai sur verre nu montre une attaque rapide du verre E par l'acide sulfurique et donc que le verre Advantex® est le renfort de choix pour la partie structurelle d'une pièce en composite renforcé fibres de verre. Le verre C et le verre AR sont les meilleurs candidats pour le voile de surface interne de la barrière anticorrosion et Advantex® pour sa partie en mat. L'essai de corrosion sous contrainte confirme cette grande différence de performance entre le verre E et le verre Advantex®. Les clichés MEB des joncs composites utilisées dans ces essais indiquent la lixiviation des fibres de verre E, ce qui explique sa rapide fragilisation et la meilleure performance du verre Advantex®.

Contrainte à la rupture de joncs composites dans les acides N (HCl-H2SO4)



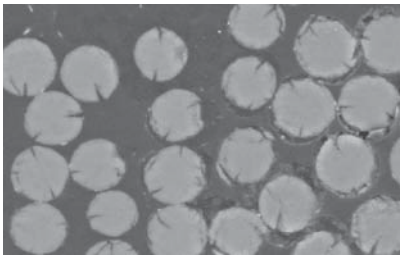
Les résultats ci-dessus montrent que pour les applications où interviennent acide sulfurique et acide chlorhydrique, le verre Advantex® supporte avantageusement une contrainte 12 fois plus élevée qu'un stratifié classique contenant le verre E. Une autre façon de mettre en perspective ces différences de performance est d'observer que la défaillance du stratifié classique en verre E surviendrait après environ quatre jours s'il était soumis à la limite de rupture à 50 ans du stratifié doté du verre Advantex®.

Immersion dans l'acide sulfurique à 10 % à 96 °C



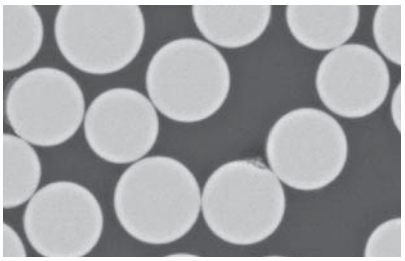
Examen au microscope électronique à balayage après exposition à l'acide sulfurique

Jonc composite renforcé fibres de verre en verre E après 3 mois



Le verre E commence à se désintégrer et à se dissocier de la résine. Il est grandement fragilisé.

Jonc composite renforcé fibres de verre avec verre Advantex® après 3 mois



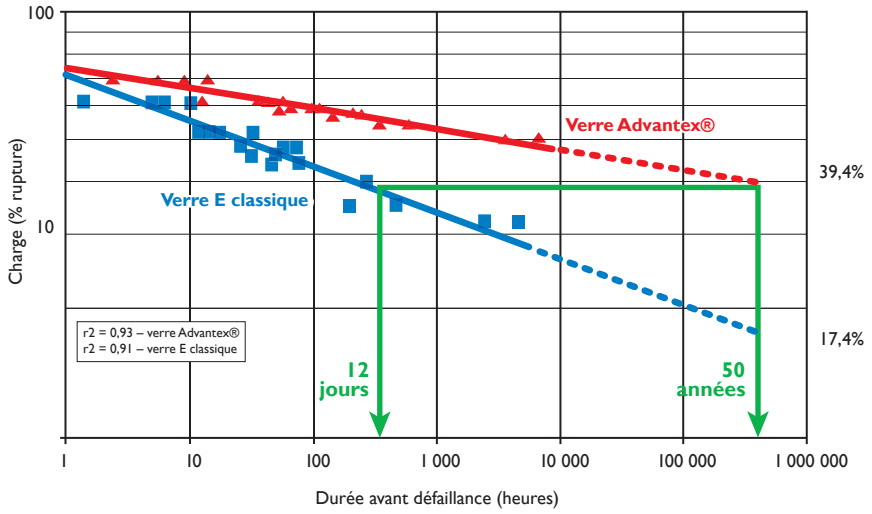
Le verre Advantex® maintient sa performance et sa robustesse, sans lessivage.

Résistance chimique de la fibre de verre

EAU DU ROBINET

Essais de corrosion sous contrainte : L'essai à long terme de corrosion sous contrainte montre que le verre Advantex® est supérieur au verre E dans l'eau du robinet et que c'est un candidat de choix pour la partie structurelle de la pièce en composite renforcé fibres de verre. Les résultats signifient qu'après 50 ans d'immersion dans l'eau du robinet, le jonc composite contenant Advantex® retiendra encore 39,4 % de sa capacité de charge, alors que le verre E aura atteint cette valeur en seulement 12 jours.

Contrainte à la rupture de joncs composites dans l'eau du robinet



NOTES :

ANNEXE A

Description des méthodes d'essai

1. Mesure de la perte de masse du verre nu

Cet essai s'effectue en commençant par enlever l'ensimage organique qui protège le verre, en veillant à rester en dessous de sa température de recuit. Le chauffage de certains types de verre jusqu'à cette température, en particulier les verres E, peut significativement améliorer leur résistance à la corrosion et ne serait pas représentatif de la façon dont le produit est utilisé. On pèse une quantité spécifiée de fibre de verre que l'on place dans le milieu corrosif pour une durée prédéterminée. Une fois ce temps écoulé, on filtre le verre et le milieu corrosif que l'on pèse à nouveau. Le filtrat est examiné de près pour être sûr qu'il s'agit bien de fibres de verre ou de restes de fibres. Si un précipité est présent, il faut l'isoler et re-peser les restes de verre seuls. La perte de masse est la différence entre le poids initial et le poids final. Pour cette étude, toutes les fibres sont de 17 microns, excepté celles de verre C qui ne sont disponibles qu'en taille 12 microns. Pour le verre C, cela équivaut à peu près à doubler sa surface de contact par rapport aux autres verres, ce qui pourrait biaiser les données à de faibles niveaux de corrosion. Le chlorure ferrique est le seul milieu où cette différence pourrait être mal interprétée.

2. Microscopie électronique à balayage (MEB) couplée avec spectrométrie rayons X à dispersion d'énergie (EDS)

Les clichés MEB ont été pris en mode électrons rétrodiffusés. La MEB présente une caractéristique intéressante : les électrons diffusés à partir de la surface de la pièce examinée seront plus nombreux dans le cas de surfaces plus denses, comme les fibres de verre solides et les éléments de nombre atomique plus élevé. Les surfaces poreuses ou moins dures comme la résine ou les fibres de verre lessivées reflèteront moins d'électrons, tandis que le vide ne reflètera rien. Les éléments de nombre atomique plus bas comme le carbone ou l'hydrogène ne reflèteront que peu d'électrons. Sur les clichés MEB, le verre solide apparaît en blanc ou en gris clair, le verre poreux en gris clair, la résine en gris foncé et les vides en noir.

Il est possible d'examiner le verre corrodé dans le plan ou en coupe transversale. Pour observer dans le plan, les fibres sont doucement et également réparties sur un ruban adhésif revêtu de carbone ou d'or, puis examinées sur les clichés. Pour une vue transversale, les fibres sont coulées dans une résine époxy. Elle est sectionnée perpendiculairement aux fibres et polie. L'échantillon poli est revêtu de carbone ou d'or avant d'être examiné au MEB. L'analyse MEB se fait soit par faibles agrandissements pour visualiser la morphologie globale des fibres, soit par agrandissements de 1000X ou plus pour déceler fissures, piqûres etc. La spectrométrie dispersive d'énergie X permet aussi d'identifier des différences au niveau de la chimie des fibres, liées au lessivage.

3. Essais de corrosion sous contrainte des joncs composites

Les joncs composites sont préparées en tirant des rovings de fibre de verre imprégnées de résine à travers un tube de verre de diamètre connu. Les joncs sont alors durcies en conformité avec les instructions du fabricant de résine. Le verre est ensuite cassé et le jonc composite durcie en est extraite. Les joncs échantillons sont choisies dans le même lot. On mesure leur résistance à la traction pour déterminer la contrainte à la rupture du lot de joncs. Les autres joncs sont placées dans un dispositif contenant le milieu corrosif et suspendues à un bras de levier qui est chargé à un pourcentage prédéterminé de la charge de rupture du jonc. Généralement, on choisit cinq charges différentes pour que la rupture se produise après 1, 10, 100, 1,000, and 100,000 heures. La défaillance du jonc se produira sous tension à un moment inconnu qui dépendra de la charge, de la température et du milieu corrosif. Ce temps est enregistré en heures et reporté sur une courbe. On produit un graphe logarithmique où la contrainte en MPa ou « pourcentage de la charge de rupture » est reportée sur l'axe des y et la durée avant défaillance en heures est reportée sur l'axe des x. On trace une ligne de régression pour prédire la performance à un moment futur. Plus la ligne de régression est horizontale, moins le milieu corrosif a agi sur le jonc composite. Une ligne de régression de forte pente indique une corrosion sévère.

NOTES :

TRANSFORMING THE WORLD WITH ADVANCED SOLUTIONS

- 7 500 employés dans le monde entier
- 37 usines dans 15 pays
  – Brésil (2), Russie (2), Inde (3), Chine (5), Mexique (2)
- Cinq centres R&D sur trois continents

Pour l'édition la plus récente, consulter le site du verre Advantex® d'Owens Corning :
www.owenscorning.com/composites/aboutAdvantex.asp

Pour des informations supplémentaires, des recommandations ou un soutien, contacter :

Amériques | advantex.americas@owenscorning.com | 614.777.1384
Asie Pacifique | advantex.asiap@owenscorning.com | +66.81.940.2997
Europe | advantex.europe@owenscorning.com | +46.346.85807

OWENS CORNING® OCV™ Reinforcements

OWENS CORNING
COMPOSITE MATERIALS, LLC
ONE OWENS CORNING PARKWAY
TOLEDO, OHIO 43659
1.800.GET.PINK™
www.owenscorning.com
www.ocvreinforcements.com

EUROPEAN OWENS CORNING
FIBERGLAS, SPRL.
166, CHAUSSÉE DE LA HULPE
B-1170 BRUSSELS
BELGIUM
322.674.8211

OWENS CORNING
SHANGHAI COMPOSITES CO. LTD.
OLIVE L.V.O. MANSION, 2ND FLOOR
620 HUASHAN ROAD
SHANGHAI 200122
CHINA
86.21.62489922

Les informations et données qui figurent dans ce document sont uniquement remises pour faciliter la sélection d'un renfort. Les renseignements que contient cette publication sont basés sur des données réelles obtenues en laboratoire et sur le terrain, par l'expérience de nos essais. Nous croyons ces informations fiables mais nous ne garantissons pas leur convenance au procédé de l'utilisateur, ni nous n'assumons de responsabilité résultant de leur utilisation ou performance. Avant la phase de production, l'utilisateur s'engage à procéder à des essais approfondis pour chaque application afin de déterminer si elle convient. Il est important pour l'utilisateur de déterminer les propriétés de ses propres composés commerciaux lors de l'utilisation de ce renfort ou de tout autre. Du fait des nombreux facteurs qui influencent les résultats, nous n'offrons aucune garantie de quelque nature que ce soit, ni expresse ni tacite, y compris celles de la qualité marchande et de l'adaptation à un usage spécifique. Les déclarations figurant dans ce document ne doivent pas être considérées comme des engagements ou garanties, ni comme une incitation à contrefaire un brevet ou à enfreindre un code légal de sécurité ou un règlement sur les assurances. Owens Corning se réserve le droit de modifier ce document sans préavis.

Advantex, Cem-FIL, T30, ShieldStrand, XStrand, FliteStrand et WindStrand sont des marques déposées d'Owens Corning.
OCV est une marque déposée d'Owens Corning.
© 2011 Owens Corning.

Pub. N° 10014001 | ÉDITION 1A | Imprimé aux U.S.A. Mars 2011